

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-114968

(43)Date of publication of application : 16.04.2002

(51)Int.Cl.

C09K 3/14
B24B 37/00
// B24C 9/00

(21)Application number : 2001-181371

(71)Applicant : MARUO CALCIUM CO LTD

(22)Date of filing : 15.06.2001

(72)Inventor : SHIMIZU SEIYA
HOJO JUICHI

(30)Priority

Priority number : 2000236594 Priority date : 04.08.2000 Priority country : JP

(54) ABRASIVE AND ABRASION METHOD USING THE ABRASIVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an abrasive capable of effectively separating and recovering it from the mixture with the abrasion waste of a material to be polished, and using it again, and a polishing method with the abrasive.

SOLUTION: This method uses a abrasive having an average particle diameter in the range of $1 \leq d_{50} \leq 80$, a dispersion coefficient in the range of $1 \leq dx \leq 80$, a sharpness of particle diameter in the range of $1 \leq d_{50}/dx \leq 5$, a hardness of Morse 1-12 in the range of $0 \leq (d_{90}-d_{10})/d_{50} \leq 10$, and a magnetism in the range of $10 \leq d_{max} \leq 200$ to polish an abrasion object, then the mixture of the abrasive and the abrasion waste of the abrasion object are separated into the abrasive and the abrasion waste of the abrasion object, and are recovered.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-114968
(P2002-114968A)

(43) 公開日 平成14年4月16日 (2002.4.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 0 9 K 3/14	5 5 0	C 0 9 K 3/14	5 5 0 C 3 C 0 5 8
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	H
// B 2 4 C 9/00		B 2 4 C 9/00	E

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2001-181371 (P2001-181371)	(71) 出願人	390008442 丸尾カルシウム株式会社 兵庫県明石市魚住町西岡1455番地
(22) 出願日	平成13年6月15日 (2001.6.15)	(72) 発明者	清水 清也 兵庫県明石市魚住町西岡1455番地 丸尾カルシウム株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-236594 (P2000-236594)	(72) 発明者	北条 壽一 兵庫県明石市魚住町西岡1455番地 丸尾カルシウム株式会社内
(32) 優先日	平成12年8月4日 (2000.8.4)	(74) 代理人	100076820 弁理士 伊丹 健次
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	Fターム (参考)	3C058 AA07 AC01 CA01 CA04 CA05 CA06 CB03 CB05 CB06 CB10 DA02

(54) 【発明の名称】 研磨材及び該研磨材を用いた研磨方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 研磨材と研磨対象物の研磨屑とを効率的に分離回収し、再利用できる研磨材及び該研磨材を用いた研磨方法を提供する。

【解決手段】 下記 (a) ~ (e) の範囲の平均粒径、分散係数、粒度のシャープネス、モース硬度 1 ~ 12 の硬度、及び磁性を有する研磨材を用いて研磨対象物を研磨した後、磁気を利用し、研磨材と研磨対象物の研磨屑との混合物を、前記研磨材と前記研磨対象物の研磨屑とに分離回収する。(a) $1 \leq d \leq 80$

(b) $1 \leq d_x \leq 80$ (c) $1 \leq d \leq 80 / d_x \leq 5$

(d) $0 \leq (d_{90} - d_{10}) / d \leq 10$ (e) 1

$0 \leq d_{max} \leq 200$

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の(a)～(e)を満足し、モース硬度(新モース硬度)が1～12で磁性を帯びた粒子からなることを特徴とする研磨材。

- (a) $1 \leq d_{50} \leq 80$
- (b) $1 \leq d_x \leq 80$
- (c) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 5$
- (d) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 10$
- (e) $10 \leq d_{max} \leq 200$

ただし、

d_{50} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径(μm)。

d_x : 電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径(μm)。

d_{90} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計90%粒子径(μm)。

d_{10} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計10%粒子径(μm)。

d_{max} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径(μm)。

【請求項2】 下記の(f)～(j)を満足し、モース硬度(新モース硬度)が2～10で磁性を帯びた粒子からなることを特徴とする研磨材。

- (f) $1 \leq d_{50} \leq 40$
- (g) $1 \leq d_x \leq 40$
- (h) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 3$
- (i) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 5$
- (j) $10 \leq d_{max} \leq 100$

【請求項3】 磁性を帯びた粒子が常磁性体又は反磁性体からなり、サンドブラスト用である請求項1又は2記載の研磨材。

【請求項4】 磁性を帯びた粒子が強磁性体又は反強磁性体からなり、ウェットブラスト又は磁気研磨用である請求項1又は2記載の研磨材。

【請求項5】 請求項1～4の何れか1項記載の研磨材を用いて研磨対象物を研磨した後、磁気を利用し、研磨材と研磨対象物の研磨屑との混合物を、前記研磨材と前記研磨対象物の研磨屑とに分離回収することを特徴とする研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨材及び該研磨材を用いた研磨方法に関し、更に詳しくは、研磨材に磁性を付与する事により、研磨能力に優れるとともに、研磨材と研磨対象物の研磨屑との回収・再利用を効率よく行う事を可能にし、経済的且つ環境保全に好適な研磨材及び該研磨材を用いた研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ガラス・セラミックス・金属・貴金属・機械類等の加工物や天然物の研磨に、粉体ないし

粒子からなる研磨材を用いた方法が数多く提案されており、このような方法として、例えばサンドブラスト法、ウェットブラスト法・パレル加工法・ラッピング加工法・磁気研磨方法等が挙げられる。これら研磨材の用途は多岐に渡り、近年では精密ガラス表面の研磨や、指輪・宝石類、精密機械類の研磨にも用いられ、より精密・正確性と製造性の向上が望まれ、その改良が行われている。中でもサンドブラスト法の発展は著しく、自己発光型のフラットディスプレイであるプラズマディスプレイ

10 パネル(以下、PDPと略記)の製造時に必要とされる、隔壁(バリアリブ)形成にまで使用されるに至っている。

【0003】該隔壁は、PDPパネル内の放電セルの仕切りを目的として形成され、通常、電極を設けたガラス等の基板上に、高さ100～200 μm 、幅50～150 μm の障壁状にしたガラスペーストからなっている。該隔壁の形成方法として、スクリーン印刷法・フォトリソ法・プレス成型法・感光性ペースト法・型転写法・プレート法・ローラー転写法・サンドブラスト法等の数々の方法が提案されているが、コスト・作業性・精密性等の点から、ブラスト加工により研磨可能な厚さ1mm以下の低融点ガラス層を形成後、幅50～600 μm で一定深さの微細な溝を研削するサンドブラスト法が製造性・コストの点から有効であり多用されている。サンドブラスト法によるPDPの隔壁形成は、マスキングテープや紫外線硬化樹脂等を低融点ガラス層表面に一定幅で塗布又は印刷後、その表面からブラストマシンで研磨材を噴射し、基板に到達するまで低融点ガラス層を研削する事により行われる。

30 【0004】しかし、上記の如く、より微細・精密な研削を要求されることから、噴射機器に対してより精巧な精度を要求され、研磨材もより微細で粒度の整った粒子を要求される。例えば、一般のサンドブラスト法に用いられる研磨材は、通常、アランダム、コランダム、ジルコニアビーズ等が挙げられ、例えば、特許第2892301号公報では平均粒径400 μm のジルコニアビーズが、特許第2943168号公報では#400の粒径のアランダムが使用され、一方、PDP隔壁を作成する場合は、研磨材としてガラスビーズ、炭化珪素が使用されており、例えば特

40 開平9-109026号公報では、平均粒径20 μm のガラスビーズが、特開2000-768号公報では、平均粒径#600の炭化珪素(カーボランダム#600)が使用されている。

【0005】ところで、サンドブラスト法のもつ欠点として、粉体を高圧空気を送り出し被粉砕物に衝突させて研磨するため、使用される粉体は大量であり、かつ研磨対象物の研磨屑と研磨材との混合物からなる廃棄物が問題になっている。特に、より精巧さや緻密さが要求されるPDP隔壁形成の場合は更に顕著で、隔壁として使用される約3倍量の研磨屑が生じることになり、研磨材の破片・欠片も含めると大量の廃棄物が生じ、この問題の

解決が望まれている。

【0006】上記問題に対して、例えば、特許第2923464号公報では、被粉砕物と研磨材粒子の分離を行い、研磨材をリサイクルする事により廃棄処分される研磨材粒子の量を低減させる方法が提案されており、また特開平8-141913号公報、特開平9-295268号公報でも回収・分離装置の改良が提案されている。しかし、特許第2923464号公報、特開平8-141913号公報、特開平9-295268号公報の方法をもってしても、研磨対象物の研磨屑と研磨材粒子との完全分離ならびにリサイクルは困難であり、加えて、研磨対象物との衝突で生じる研磨材粒子の微小粒子や欠片が分離されずに研磨材に混入することによる研磨効率の悪化等の問題が生じる。

【0007】それ故、例えば特開平9-216162号公報に示される、中身がソリッド状態のガラスビーズを基礎として形成されるコア部と、そのコア部の外表面に形成されるシラン及び表面活性剤の何れかで被覆層を形成する粒子を作成し、それを研磨材として使用する事により研磨材の破壊による破片・欠片の生成を極力抑える方法も提案されている。

【0008】また、PDPの隔壁に研磨材粒子自体やその破片・欠片が残存する問題も生じており、特開平9-15574号公報では、水溶性粉体を噴射して水溶性粉体の衝突力で研磨対象物に付着した残存研磨材ないしその破片・欠片と研磨対象物の研磨屑を除去し、研磨対象物自体を水洗する事によって研磨対象物に付着した水溶性粉体を水に溶出させて排出・除去する方法が提案されている。しかし、特開平9-216162号公報でも、研磨材と研磨対象物の研磨屑を完全に分離回収し、リサイクルする事は不可能である上に粒子の製造にコストがかかり、また特開平9-155743号公報の方法では、水溶性粉体の噴射装置が別途に必要で工程自体も煩雑になるため、根本的な改善が求められている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、研磨材を用いて研磨する場合に生じる上記問題を解決し、特に、効率的に研磨材と研磨対象物の研磨屑とを分離回収でき、例えば、PDP上の隔壁形成を行う場合においても、隔壁を精度・効率よく形成可能な研磨材及び該研磨材を用いた研磨方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討の結果、特定範囲の平均粒径、分散係数、粒度のシャープネス、特定範囲の硬度、及び磁性を有する研磨材が、該研磨材の使用後、該研磨材と研磨対象物の研磨屑とを磁気により完全かつ簡便に分離回収させるとともに、研磨材と研磨対象物の研磨屑との再利用を可能とする事を見出し本発明を完成した。

【0011】すなわち、本発明の第一は、下記の(a)～(e)を満足し、モース硬度(新モース硬度)が1～

12で磁性を帯びた粒子からなることを特徴とする研磨材を内容とする。

(a) $1 \leq d_{50} \leq 80$

(b) $1 \leq d_x \leq 80$

(c) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 5$

(d) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 10$

(e) $10 \leq d_{\max} \leq 200$

ただし、

d_{50} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径(μm)。

d_x : 電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径(μm)。

d_{90} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計90%粒子径(μm)。

d_{10} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計10%粒子径(μm)。

d_{\max} : マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径(μm)。

【0012】本発明の第二は、下記の(f)～(j)を満足し、モース硬度(新モース硬度)が2～10で磁性を帯びた粒子からなることを特徴とする研磨材を内容とする。(f) $1 \leq d_{50} \leq 40$

(g) $1 \leq d_x \leq 40$

(h) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 3$

(i) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 5$

(j) $10 \leq d_{\max} \leq 100$

ただし、 d_{50} 、 d_x 、 d_{90} 、 d_{10} 、 d_{\max} は上記と同じである。

【0013】本発明の第三は、上記研磨材を用いて研磨対象物を研磨した後、磁気を利用し、研磨材と研磨対象物の研磨屑との混合物を、前記研磨材と前記研磨対象物の研磨屑とに分離回収することを特徴とする研磨方法を内容とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の第一、第二の研磨剤の重要な特徴は、研磨材を構成する粒子が、下記(a)～(e)、好ましくは(f)～(j)の特定の粒度内容及び特定の硬度を有するとともに、磁性を有する事にある。

【0015】(a) $1 \leq d_{50} \leq 80$

(b) $1 \leq d_x \leq 80$

(c) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 5$

(d) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 10$

(e) $10 \leq d_{\max} \leq 200$

【0016】(f) $1 \leq d_{50} \leq 40$

(g) $1 \leq d_x \leq 40$

(h) $1 \leq d_{50}/d_x \leq 3$

(i) $0 \leq (d_{90} - d_{10})/d_{50} \leq 5$

(j) $10 \leq d_{\max} \leq 100$

【0017】即ち、本発明の研磨剤を構成する粒子のd

50は $1 \leq d_{50} \leq 80$ (μm) であり、好ましくは $1 \leq d_{50} \leq 40$ (μm)、より好ましくは $1 \leq d_{50} \leq 20$ (μm) である。 d_{50} が $1 \mu\text{m}$ 未満の場合、粒子径が小さいため研磨対象物に対する研磨能力が低く、短時間で効率的な研磨ができず、また、 d_{50} が $80 \mu\text{m}$ を超えると粒子が大きいため研磨能力も大きくなるが、研磨対象物への研磨が大きくなり、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になる。

【0018】特に、研磨幅・深さに精密な研磨を求められるPDPの隔壁をサンドブラスト法で作成する場合、その隔壁間隔は通常、50~600 μm であるため、 d_{50} が $80 \mu\text{m}$ を超えるとマスキングを通過しにくくなり、工程上好ましくない。なお、該マスキングを除去して隔壁を製造する事も可能であるが、 d_{50} が $80 \mu\text{m}$ を超えると隔壁自体を研磨・破壊してしまう為、好ましくない。また、該用途に本発明の研磨材を使用する場合、 d_{50} を所望の隔壁間隔の1/3程度に調整する事が好ましい。

【0019】本発明の研磨剤を構成する粒子の d_x は $1 \leq d_x \leq 80$ (μm) であり、好ましくは $1 \leq d_x \leq 40$ (μm)、より好ましくは $1 \leq d_x \leq 20$ (μm) である。 d_x が $1 \mu\text{m}$ 未満の場合、粒子径が小さいため研磨対象物に対する研磨能力が低く、短時間で効率的な研磨ができず、また、 d_x が $80 \mu\text{m}$ を超えると、粒子が大きいため研磨能力も大きい、研磨対象物への研磨が大きくなり、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になる。

【0020】特に、研磨幅・深さに精密な研磨を求められるPDPの隔壁をサンドブラスト法で作成する場合、その隔壁間隔は通常、50~600 μm であるため、 d_x が $80 \mu\text{m}$ を超えるとマスキングを通過しにくくなり工程上好ましくない。なお、該マスキングを除去して隔壁を製造する事も可能であるが、 d_x が $80 \mu\text{m}$ を超えると隔壁自体を研磨・破壊してしまう為、好ましくない。また、該用途に本発明の研磨材を使用する場合、 d_x を所望の隔壁間隔の1/3程度に調整する事が好ましい。なお、本発明の d_x は、電子顕微鏡写真で観測される粒子から任意に50点を選出し、電子顕微鏡写真上の各粒子の粒径を測定し、それを平均して得ることができる。粒子が不定形の場合は、その粒子の最大径と最小径の平均値をその粒子単体の粒径とした。

【0021】本発明の研磨剤を構成する粒子の d_{50}/d_x は、 $1 \leq d_{50}/d_x \leq 5$ であり、好ましくは $1 \leq d_{50}/d_x \leq 3$ であり、より好ましくは $1 \leq d_{50}/d_x \leq 2$ である。 d_{50}/d_x が5を超えると、粒子の凝集が激しく、所望の研磨力や均一な研磨効果が得られない上に、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になり、また d_{50}/d_x が1未満の場合、微細な粒子が多く存在するため、研磨能力が著しく低くなり、効率的な研磨ができない。

【0022】本発明の研磨剤を構成する粒子の ($d_{90}-$

$d_{10})/d_{50}$ は、 $0 \leq (d_{90}-d_{10})/d_{50} \leq 10$ であり、好ましくは $0 \leq (d_{90}-d_{10})/d_{50} \leq 5$ であり、より好ましくは $0 \leq (d_{90}-d_{10})/d_{50} \leq 3$ である。

($d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が10を超えると、粒子の粒度がブロードであり大小の差が大きな粒子がかなりの割合で混在するため、所望の研磨力や均一な研磨効果が得られない上に、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になる。なお、($d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が0未満になる事は、計算上あり得ない。

10 【0023】本発明の研磨剤を構成する粒子の d_{max} は $10 \leq d_{\text{max}} \leq 200$ であり、好ましくは $10 \leq d_{\text{max}} \leq 100$ であり、より好ましくは $10 \leq d_{\text{max}} \leq 50$ である。 d_{max} が $10 \mu\text{m}$ 未満の場合、粒子径が小さいため研磨対象物に対する研磨能力が低く、短時間で効率的な研磨ができず、また、 d_{max} が $200 \mu\text{m}$ を超えると、粒子が大きいため研磨能力も大きい、研磨対象物への研磨が大きくなり、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になる。

20 【0024】特に、研磨幅・深さに精密な研磨を求められるPDPの隔壁をサンドブラスト法で作成する場合、その隔壁間隔は通常、50~600 μm であるため、 d_{max} が $200 \mu\text{m}$ を超えるとマスキングを通過しにくくなり工程上好ましくない。なお、該マスキングを除去して隔壁を製造する事も可能であるが、 d_{max} が $200 \mu\text{m}$ を超えると隔壁自体を研磨・破壊してしまう為、好ましくない。また、該用途に本発明の研磨材を使用する場合、 d_{max} を所望の隔壁間隔の1/2以下に調整する事が好ましい。

30 【0025】本発明の研磨剤を構成する粒子のモース硬度(新モース硬度) M は1~12であり、好ましくは2~10であり、より好ましくは3~8である。 M が1未満の場合、粒子自体の硬度が小さいため研磨対象物に対する研磨能力が低く、短時間で効率的な研磨ができず、更に、粒子自体が研磨時の研磨対象物との衝突・摩擦により破壊され、研磨材粒子の回収・再利用が不可能になり、本発明の目的である研磨材廃棄物処理の軽減を十分に果たすことができない。また、 M が12を超えると、粒子の硬度が大きいために研磨能力も大きい、研磨対象物への研磨が大きくなり、研磨装置の運転条件の調整が複雑・困難になる。特に、PDPの隔壁をサンドブラスト法で作成する場合、基盤であるガラス板やガラス板上の電極を衝突時の衝撃で破壊する恐れがあり好ましくない。

40 【0026】本発明の研磨剤を構成する磁性を帯びた粒子は、磁性体単独でも磁性体と磁性を帯びない粒子との複合体でも良く、本発明の目的とする磁性による研磨材粒子と研磨対象物の研磨屑との回収・再利用により研磨材廃棄物処理の軽減が可能であれば良いが、硬度、粒径制御、粒子製造時のコスト、研磨対象物との衝突時に発生する分離等の点で磁性体単独の粒子を用いることが好ましい。

【0027】本発明における磁性を帯びた粒子は、硬質磁性体、軟質磁性体の何れでも、また両者の併用でもよく、用途・方法・装置等の条件によって適宜選択して使用される。硬質磁性体の場合、強磁性体・反強磁性体やメタ磁性体・弱い強磁性体・フェリ磁性体でよく、有機強磁性体でも良い。

【0028】本発明に使用される硬質磁性材料は、具体的には、Fe、Co、Ni、Al、Cuを主成分とする合金磁石であるアルニコ磁石・Fe、Cr、Coを主成分とする合金磁石であるFe-Cr-Co磁石・ Fe_2O_3 を主成分とし2価の金属酸化物との複合酸化物であるマグネトプランバイト型フェライト($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$)であるフェライト、希土類金属と遷移金属の金属間化合物の磁石で SmCo_5 系磁石・ $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系磁石・ Nd_2FeB 系磁石の焼結磁石等の永久磁石・異方性磁石・等方性磁石の単体や、それらをシリカ・リン酸カルシウム・硫酸バリウム・炭酸カルシウム等の無機粒子と複合化したもの、またはそれらに埋め込んだ粒子に加え、結合材と混合・成形固化した Nd_2FeB 系磁石の急冷薄帯磁石やSm-Fe合金粉末を窒化して得られるSm-Fe-N系磁石からなるボンド磁石単体、ないしボンド磁石と無機粒子を複合化した粒子等が挙げられる。

【0029】本発明で使用される軟質磁性体は、常磁性体・反磁性体の何れか又は両者から選択されるが、Mn-Zn系フェライトやMg-Zn系フェライト、スピネル型フェライト(MFe_2O_4)系に代表されるフェライト系ステンレス鋼SUS430や、マルテンサイト系のSUS410、420J2等の磁性体単体や、それらをシリカ・リン酸カルシウム・硫酸バリウム・炭酸カルシウム等の無機粒子と複合化したもの、またはそれらの無機粒子に埋め込んだ粒子、および有機物質から成る結合材と混合・成形固化、ないしそれらを無機粒子と複合化した粒子等が挙げられる。

【0030】また、ステンレス鋼としてポピュラーな存在であるSUS304は、通常、オーステナイト系ステンレス鋼であり磁性を持たないとされているが、加工方法により準安定オーステナイト組織の一部がマルテンサイト組織に変形して磁性を持つ事が認められており、本発明でも有用な軟質磁性体として使用される。

【0031】上記磁性体は、研磨方法・用途により適宜選択して使用される。例えば、サンドブラスト法には常磁性体、反磁性体が好ましく、ウェットブラスト法、磁気研磨法には強磁性体、反磁性体が好ましい。例えば、原子力プラント等の配管内に生じるクラッド等の堆積物を磁性体を移動させて除去するウェットブラスト法では硬質磁性体が好ましく使用される。また、N-S磁極間に硬質磁性体研磨材を挿入する磁気研磨の場合は、硬質磁性体が好ましい。磁性体メディアを磁気により高速回転させて研磨する磁気研磨機は、上記の磁性体の何れでも使用が可能である。しかし、例えばサンドブラスト法において、特にPDPの隔壁生成に使用する場合、研磨自体は上記の磁性体の何れを用いても差し支えないが、

上記の硬質磁性体を使用すると、サンドブラスト研磨機自体の使用材料を制限される事になり、更に装置を構成する精密機器類を狂わせる可能性も生じるために好ましくない。

【0032】以上の観点より、硬度、粒径制御、粒子製造時のコストの点で磁性体単体の粒子を用いることが好ましく、常磁性体であるステンレス鋼が好ましく、中でもSUS304系ステンレス鋼が最も好ましい。なお、研磨材を構成する粒子が磁性を帯びない場合、磁気を利用した研磨材粒子の回収・再利用が不可能になり、本発明の目的を果たすことができない。また、研磨対象物自体が、本発明の研磨材と同様の磁性を持つ場合は、本発明の研磨材は使用できない。

【0033】本発明の研磨剤を構成する粒子は、自動車用品等のワックス、射出洗浄機、家庭用洗剤等の用途や、業務用・家庭用・個人用等の能力を問わず、様々な用途の研磨材として用いる事が可能であるが、粒子自体が持つ粒径範囲・硬度・磁性から、サンドブラスト法・ウェットブラスト法・磁気研磨法等に用いられることが好ましく、特にその粒子の特徴からPDPの隔壁形成を目的とする、サンドブラスト法の研磨材に最も適している。

【0034】更に、本発明の研磨剤の流動性や分散性の改良として、ポリアクリル酸ソーダに代表される表面処理剤、界面活性剤、分散助剤等を用いても良い。

【0035】本発明の第三は、上記研磨材を用いて研磨対象物を研磨した後、研磨材と研磨対象物の研磨屑との混合物を、磁気を利用して、前記研磨材と前記研磨対象物の研磨屑とに分離回収する方法である。回収された研磨対象物の研磨屑は再び熔融等の処置により再生して再利用され、研磨材は破片や欠片を分級して再生した後に、再利用される。なお、本発明の研磨材が使用される研磨装置、ならびに磁気を利用した磁気分離装置に特別な制限はなく、従来から使用されているサンドブラストまたはウェットブラスト射出機・磁気研磨機を使用し、それに磁気分離装置を組み合わせ使用すればよいが、装置と研磨対象物によって、粒度内容・硬度・磁性を選択する必要がある。特にサンドブラスト射出機の如き、複雑かつ大型装置を使用する場合、粒子の帯びた磁性が装置に付属する機器に影響を与える可能性があり、常磁性のステンレスが好ましく用いられる。

【0036】

【実施例】以下に本発明を実施例及び比較例により更に詳細に説明するが、本発明はこれらにより何ら制限されるものではない。

【0037】実施例1

高周波誘導炉で溶解した合金をタンディッシュからチャンパーに注ぎ込み、超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、フェライト系ステンレス鋼SUS430製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロ

トラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $15\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 2.88、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5、常磁性体を有する粒子であった。

【0038】実施例2

高周波誘導炉で溶解した合金をタンディッシュからチャンバーに注ぎ込み、超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $2\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 1.2\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.66、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 2.95、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $12\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5、常磁性体を有する粒子であった。

【0039】実施例3

高周波誘導炉で溶解した合金をタンディッシュからチャンバーに注ぎ込み、高压の不活性ガスを噴射して粉砕し、フェライト系ステンレス鋼SUS430製の球状粒子を作成した。該ステンレス鋼球状粒子を分級し、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $24\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $21\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.15、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 4.91、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $45\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5、常磁性体を有する粒子を得た。

【0040】実施例4

高周波誘導炉で溶解した合金をタンディッシュからチャンバーに注ぎ込み、超高压水を噴射して微粉際後、冷間加工を行い結晶構造の一部がマルテンサイト系ステンレス鋼SUS304製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $38\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $33\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.15、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 4.91、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5、常磁性体を有する粒子であった。

【0041】実施例5

平均粒径 $35\mu\text{m}$ のカルボニル鉄粉に、短径 $1.0\mu\text{m}$ ・長径 $18\mu\text{m}$ の炭化珪素ウィスカーを体積比 10% で混合・溶融して磁性を持つ鉄-無機溶融粒子を作成した。得られた溶融粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $43\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した

粒子の平均粒子径 $d_x = 37\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.16、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 5.19、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $112\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5 であった。

【0042】実施例6

平均粒径 $75\mu\text{m}$ の鋼球（強磁性体）と平均粒径 $4\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム（砥粒）、ラウリン酸（結合材）を体積比 50 : 25 : 25 で混合し結合させて、有磁性研磨材粉を得た。得られた粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $78\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $70\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.11、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 9.11、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $185\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5 を有する粒子であった。

【0043】実施例7

ネオジム (Nd-Fe-B) 磁石を溶解・急冷し、粉砕後、ナイロン 66 樹脂と混合して、着磁して有磁性研磨材粉を得た。得られた粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $78\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $70\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.11、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 9.11、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $185\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5 を有する粒子であった。

【0044】実施例8

ネオジム (Nd-Fe-B) 磁石を溶解・铸造し、粉砕後、磁界中で成形加工を行い、焼結・熱処理後に着磁して有磁性研磨材粉を得た。得られた粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $78\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $70\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.11、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 9.11、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $185\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5 を有する粒子であった。

【0045】比較例1

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $85\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 80\mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が 1.06、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が 2.78、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $193\mu\text{m}$ 、モース硬度 4～5、常磁性体を有する粒子であった。

【0046】比較例2

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $0.8\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 0.7\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.14、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.78、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $11\ \mu\text{m}$ 、モース硬度4~5、常磁性体を有する粒子であった。

【0047】比較例3

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 3.2\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が5.63、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が3.25、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\ \mu\text{m}$ 、モース硬度4~5、常磁性体を有する粒子であった。

【0048】比較例4

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 15\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が11.21、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $53\ \mu\text{m}$ 、モース硬度4~5、常磁性体を有する粒子であった。

【0049】比較例5

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS410製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $78\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 $d_x = 70\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.11、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が3.25、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $325\ \mu\text{m}$ 、モース硬度4~5、常磁性体を有する粒子であった。

【0050】

比較例6 溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、フェライト系ステンレス鋼SUS430製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $15\ \mu\text{m}$ 、 $d_{50}/$

d_x が1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\ \mu\text{m}$ 、モース硬度0.8、常磁性体を有する粒子であった。

【0051】比較例7

炭化珪素微粉末にネオジウム系磁石を溶融し、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $15\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\ \mu\text{m}$ になるまで、分級・粉碎を繰り返して得た。なお、得られた粒子はモース硬度が13で強磁性を有する粒子であった。

【0052】比較例8

溶鋼に超高压水を噴射して微粉際する水噴射法で、オーステナイト系ステンレス鋼SUS304製微粉末を作成した。得られたステンレス鋼は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $15\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $34\ \mu\text{m}$ 、モース硬度4~5、磁性を有しない粒子であった。

【0053】比較例9

白色糖晶質石灰石を粉碎・分級し、モース硬度3、最大粒子径 $48\ \mu\text{m}$ 、平均粒子径 $18\ \mu\text{m}$ の重質炭酸カルシウムを製造し、これにステアリン酸を重質炭酸カルシウム粒子粉体100重量部に対して1.3重量%添加し、さらに粒子径の範囲が $0.005\sim0.05\ \mu\text{m}$ のヒュームドシリカ（レオシールCP-102；徳山曹達製）を流動性助剤として重質炭酸カルシウム粒子粉体100重量部に対して2重量%添加し、ヘンシェルミキサーで加熱混合し、表面処理を行った。得られた粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $18\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $15\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.2、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $48\ \mu\text{m}$ 、モース硬度3の磁性を有しない粒子であった。

【0054】比較例10

(株)ユニオン製ガラスビーズを研磨材として使用した。該粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $25\ \mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 d_x が $21\ \mu\text{m}$ 、 d_{50}/d_x が1.19、 $(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザ式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max}

10

20

30

40

50

が $52\mu\text{m}$ 、モース硬度6.5の磁性を有しない粒子であった。

【0055】比較例11

昭和電工(株)製、球状アルミナを研磨材として使用した。該粒子は、粒度内容がマイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計により測定した粒子の篩通過側累計50%粒子径 d_{50} が $25\mu\text{m}$ 、電子顕微鏡写真により測定した粒子の平均粒子径 dx が $21\mu\text{m}$ 、 d_{50}/dx が1.19、

$(d_{90}-d_{10})/d_{50}$ が2.88、マイクロトラックFRAレーザー式粒度分布計で測定した粒子の最大粒径 d_{max} が $37\mu\text{m}$ 、モース硬度9の磁性を有しない粒子であった。

【0056】実施例9～16、比較例12～22

上記実施例1～8、比較例1～11の粒子を研磨材として使用し、研磨対象物としてPDP試験用の背面基盤を作成した。ブラストマシンの噴射圧力、研磨剤の時間あたりの噴射重量を一定に調節して隔壁形成試験を行い、研磨対象物底部のガラス基盤の表面性状および隔壁形状を観察し、作業効率と研磨精度、研磨材を回収した後、分級して、再利用可能な研磨材の回収率、再利用可能な研磨対象物の研磨屑の回収率を計測した。なお、実施例9～16、比較例12～17、19～22は通常使用されるサイクロン等の空気分級と磁気分級を行い研磨材と研磨対象物の研磨屑とを分離し、比較例18のみ前述の空気分級後に鉄板を使用して研磨材と研磨対象物の研磨屑とを分離した。結果を表1及び表2に示す。

【0057】尚、実施例9～16、比較例12～22に使用した隔壁形成方法及び各種特性の評価方法は以下の通りである。隔壁形成方法

(A) 実験用PDP背面パネルの製造

まず、ソーダガラス($100\text{mm}\times 100\text{mm}$ 、厚さ 3mm)を基盤とし、その基盤上に酸化マグネシウム電極を $150\mu\text{m}$ 間隔でストライプ状に印刷形成した。次に、低融点ガラスペーストをコーターで所望の厚さになるまで塗布し、乾燥後、その表面に耐ブラスト性を有する低融点ガラスペーストを塗布し、感光材をラミネートした後に露光・現象を行い、低融点ガラスペースト上にパターンを形成した。

【0058】(B) ブラスト加工

得られた実験用PDP背面パネルを、下記の加工条件に設定したブラストマシンで研磨し、隔壁形成を行った。

噴射ノズル口径 : 9mm

研磨材噴射能力 : $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$

研磨材噴射量 : $10\text{g}/\text{min}$.

パネルまでの距離 : 10cm

なお、検討に用いたブラストマシンは、付属の研磨材分級・回収装置に加えて市販の磁気分級装置を装備し、更に、磁性体を研磨材として使用しても測定・制御機器に影響がないように配慮した。

【0059】(C) 評価方法

作業効率

従来からブラスト材として使用されている、比較例10のガラスビーズを研磨材として使用し、実験用PDP背面パネル1枚に所望の隔壁を形成するのに要した、比較例21の場合の時間を1として、他の研磨材を用いた場合に要した時間の割合を求めて比較した。

【0060】研磨精度

表面性状の観察は電子顕微鏡を用い、研磨後のPDP背面基板の表面のキズ、溝やその隅部の加工形状の観察を行い、下記の基準で評価した。

◎ : 底部・隔壁に傷がなく、溝の隅部の加工形状が丸みがない。

○ : 傷がなく、溝の隅部の加工形状が丸みを帯びていない。

△ : 僅かな傷の確認、ないし、溝の隅部の加工形状が若干丸みを帯びる。

× : 多くの傷を確認、ないし、溝の隅部の加工形状が丸みを帯びる。

【0061】研磨材回収率

ブラスト加工終了後の研磨材量と、実験用PDP背面パネルから磁気分離装置で回収した研磨材量の和を、研磨材の仕込量で除算し、研磨材回収率として表した。なお、粉砕された破片・欠片の影響による研磨効率の悪化は、作業効率の評価から判断される。

【0062】研磨対象物回収率

ブラスト加工終了後の回収した研磨対象物の研磨屑量を、理論上、計算で得られるそれで除算し研磨対象物回収率として表した。

【0063】総合評価

上記の作業効率・研磨精度・研磨材回収率・研磨対象物回収率から、A、B、Cの3ランクで総合評価した。判定Aが最も好ましく、判定Cが最も好ましくなく、判定Bが両者の中間である。

【0064】

【表1】

15					16				
実施例 No.	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	
d50	18	2	24	38	43	78	78	78	
dx	15	1.2	21	33	37	70	70	70	
d50/dx	1.20	1.66	1.15	1.15	1.16	1.11	1.11	1.11	
(d90-d10)/d50	2.88	2.95	4.91	4.91	5.19	9.11	9.11	9.11	
dmax	34	12	45	34	112	185	185	185	
モース硬度	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	
実施例 No.	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	
研磨時間	0.80	0.91	0.75	0.71	0.78	0.68	0.97	0.82	
研磨精度	◎	◎	○	○	○	○	○	○	
研磨材回収率	0.95	0.96	0.95	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	
研磨対象物回収率	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.99	0.98	0.97	
総合評価	A	A	A	A	A	A	A	A	

【0065】

* * 【表2】

比較例 No.	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	比較例9	比較例10	比較例11
d50	85	0.8	18	18	78	18	18	18	18	25	25
dx	80	0.7	3.2	15	70	15	15	15	15	21	21
d50/dx	1.06	1.14	5.63	1.20	1.11	1.20	1.20	1.20	1.20	1.19	1.19
(d90-d10)/d50	2.78	2.78	3.25	11.21	3.25	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88
dmax	193	11	34	53	325	34	34	34	48	52	37
モース硬度	4~5	4~5	4~5	4~5	4~5	0.8	13	4~5	3	6.5	9
比較例 No.	比較例12	比較例13	比較例14	比較例15	比較例16	比較例17	比較例18	比較例19	比較例20	比較例21	比較例22
研磨時間	0.80	7.60	4.50	0.93	6.30	8.25	0.80	0.82	1.24	1.00	0.67
研磨精度	x	◎	○	x	x	◎	x	○	○	x	x
研磨材回収率	0.83	0.93	0.81	0.82	0.85	0.42	0.83	0.54	0.56	0.52	0.61
研磨対象物回収率	0.97	0.98	0.97	0.98	0.99	0	0	0	0	0	0
総合評価	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C

比較例17~22の研磨対象物回収率は、回収した研磨対象物の研磨屑中に研磨材が混合しており、再利用不可能。

【0066】

【発明の効果】 叙上のとおり、本発明の研磨材は、研磨能力に優れるとともに、磁気を利用して、研磨材と研磨対象物の研磨屑とを容易且つ完全に分離回収でき、これ

30 らの再利用を可能とするので、極めて経済的であるばかりでなく、環境保全にも貢献するもので、その有用性は頗る大である。